

Requested Patent: DE19955383A1

Title:

METHOD FOR APPLYING COLOR INFORMATION TO AN OBJECT TREATS THE OBJECT BY LASER RADIATION WITH A VECTOR AND/OR GRID METHOD USING A TWO-COORDINATE BEAM-DEFLECTING DEVICE AND A FOCUSING DEVICE FOR FOCUSING LASER RADIATION ON A LAYER ;

Abstracted Patent: DE19955383 ;

Publication Date: 2001-05-03 ;

Inventor(s):

FANNASCH LOTHAR [DE]; FISCHER DIRK [DE]; HENNEMEYER-SCHWENKER MICHAEL [DE] ;

Applicant(s): ORGA KARTENSYSTEME GMBH [DE] ;

Application Number: DE19991055383 19991118 ;

Priority Number(s): DE19991055383 19991118; DE19991052406 19991029 ;

IPC Classification: B41M5/36; B23K26/02 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

An object has two types of color-generating particles in a near-surface layer that alter the color of this layer through the effect of laser radiation (1-3) applied with two or more different wavelengths. The object is treated by laser radiation with a vector and/or grid method using a two-coordinate beam-deflecting device (6) and a focussing device (7) to focus radiation on a layer of the object, beams being guided through these devices by a beam-guiding device (8).



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 55 383 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 41 M 5/36
B 23 K 26/02

⑳ Aktenzeichen: 199 55 383.1
㉔ Anmeldetag: 18. 11. 1999
㉕ Offenlegungstag: 3. 5. 2001

DE 199 55 383 A 1

⑥6 Innere Priorität:
199 52 406. 8 29. 10. 1999

⑦1 Anmelder:
ORGA Kartensysteme GmbH, 33104 Paderborn, DE

⑦2 Erfinder:
Fannasch, Lothar, 33647 Bielefeld, DE; Fischer, Dirk,
Dr., 33106 Paderborn, DE; Hennemeyer-Schwenker,
Michael, 33165 Lichtenau, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	41 08 118 C2
DE	34 45 751 C2
DE	44 08 111 A1
DE	40 26 130 A1
DE	38 34 783 A1
DE	691 04 968 T2
WO	96 35 585 A1

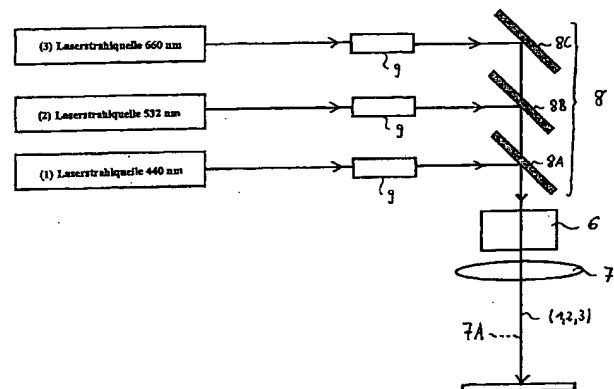
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand

⑤7 Es wird ein Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand (4) beschrieben, wobei der Gegenstand zumindest in einer oberflächennahen Schicht (4A) mindestens zwei verschiedenartige farbgebende Partikel aufweist, die unter Einfluß von Laserstrahlung die Farbe dieser Schicht (a) verändern, wobei

- Laserstrahlung (1, 2, 3) mit mindestens zwei verschiedenen Wellenlängen ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) verwendet wird, um die Farbe dieser Schicht (4A) zu ändern,
- die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung im Vektor- und/oder Rasterverfahren über eine Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und eine Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf die Schicht (4A) des Gegenstandes (4) erfolgt.

Erfindungsgemäß ist mindestens ein Strahlführungsmittel (8) vorgesehen, um einen ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und mindestens einen weiteren Laserstrahl (2) mit einer Wellenlänge (λ_2), die von der Wellenlänge des ersten Laserstrahls verschieden ist, über die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und die Fokussiereinrichtung (7) auf die Schicht (4A) des Gegenstandes (4) zu führen.



DE 199 55 383 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand. Für diese Art von Verfahren weist der Gegenstand zumindest in einer oberflächennahen Schicht mindestens zwei verschiedenartige farbgebende Partikel auf, die unter dem Einfluß von Laserstrahlung die Farbe dieser Schicht verändern. Dabei wird Laserstrahlung mit mindestens zwei verschiedenen Wellenlängen ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) verwendet, um die Farbe dieser Schicht zu ändern. Die Beaufschlagung des Gegenstandes mit Laserstrahlung erfolgt im Vektor- und/oder Rasterverfahren über eine Zweikoordinaten-Strahlableitvorrichtung und eine Fokussiereinrichtung. Dabei fokussiert die Fokussiereinrichtung die Laserstrahlung auf die Schicht des Gegenstandes, die die farbgebenden Partikel enthält. Dabei erfolgt jeweils lokal (im Laserfokus) an den für die farbige Information vorgesehenen Stellen des Gegenstandes eine Farbänderung.

Aus der DE 30 48 736 C2 ist es bekannt, Kunststoffkarten mittels Laserstrahlung zu beschriften, wobei die Kunststoffkarten zumindest in einer oberflächennahen Schicht zum Zwecke dieser Beschriftung spezielle Laseradditive als farbgebende Partikel enthalten: Ein Beispiel für so ein Laseradditiv ist das Laseradditiv mit der Markenbezeichnung Iridin LS 825 der Fa. Merck. Dieses Pigment ist an sich transparent bis hellgrau. Infolge der Beaufschlagung dieses Laseradditivs mit Laserstrahlung von 1064 nm (Nd-YAG-Laser) wird in dem Kunststoff eine intensive, irreversible farbändernde Reaktion ausgelöst. Die Reaktion bewirkt in der Regel hauptsächlich eine Dunkelfärbung (Schwarzfärbung) des Kunststoffs, hervorgerufen durch eine Karbonisierung der Kunststoffpolymermatrix. Das Laseradditiv bewirkt dabei eine zur Karbonisierung notwendige Absorption der Laserstrahlung, wobei Laseradditive verwendet werden, deren Absorption auf eine entsprechende Laserwellenlänge abgestimmt ist.

Darüber hinaus ist es bekannt, sogenannte latente Pigmente als farbgebende Partikel einzusetzen, die an sich zumindest nahezu transparent sind. Bei Beaufschlagung mit Laserstrahlung wird die Absorptionseigenschaft des latenten Pigments allerdings derart geändert, daß das Pigment nach der Laserbestrahlung eine Absorption im sichtbaren Spektralbereich aufweist, wodurch eine Farbänderung der Schicht, in der sich dieses Pigment befindet, hervorgerufen wird.

Ferner ist aus der WO 96/35585 ein Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen bekannt, bei dem drei verschiedene Pigmente als farbgebende Partikel eingesetzt werden, die jeweils zumindest an einer Stelle (für eine bestimmte Wellenlänge oder Wellenlängenbereich) im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) Licht absorbieren. Bei Bestrahlung mit intensiver Laserstrahlung mit einer bestimmten Wellenlänge, vorzugsweise die Wellenlänge, wo die Absorption des Pigments am stärksten ist, verlieren diese Pigmente ihre Absorptionseigenschaft zumindest teilweise. Sie lassen sich so zumindest teilweise bleichen. Durch wellenlängenselektives Bleichen mittels Laserstrahlung kann so lokal eine Farbeinstellung erfolgen.

Idealerweise weist die Schicht, auf die die farbige Information aufzubringen ist, folgende Pigmente (Farbmittel) auf:

- ein erstes Pigment, das schwerpunktmäßig blaues Licht (440 nm) absorbiert - die Eigenfarbe dieses Pigments ist gelb,
- ein zweites Pigment, das schwerpunktmäßig grünes Licht (532 nm) absorbiert - die Eigenfarbe dieses Pig-

ments ist rot (magenta),
- ein drittes Pigment, das schwerpunktmäßig rotes Licht (660 nm) absorbiert - die Eigenfarbe dieses Pigments ist blau (cyan).

Sind diese Pigmente in einer Schicht in nahezu gleicher Konzentration gleich verteilt vorhanden, so erscheint diese Schicht bei Betrachtung im Sonnenlicht schwarz. Durch wellenlängenselektives Ausbleichen mittels Laserstrahlung der einzelnen Pigmente kann man so durch subtraktive Farbmischung die Farbe der Schicht gezielt einstellen. Wenn man z. B. die Schicht an einer Stelle mit Laserstrahlung von 440 nm bestrahlt und das erste Pigment vollständig ausbleicht, so erhält man eine Schicht, die blaues Licht nicht mehr absorbiert, sondern nur noch grünes und rotes Licht. Dementsprechend ist dann auch der Farbeindruck dieser Stelle.

Um mit Hilfe dieses Verfahrens die Farbe in einem weiten Bereich einstellen zu können, ist es erforderlich, die entsprechende Schicht des Gegenstandes mit Laserstrahlung verschiedener Wellenlänge zu beaufschlagen.

Hierzu wird in der WO 96/35585 vorgeschlagen, einen durchstimmbaren Laser zu verwenden, der in der Lage ist, Laserstrahlung unterschiedlicher Wellenlänge zu erzeugen. Die Beaufschlagung des Gegenstandes mit Laserstrahlung erfolgt im Vektor- und/oder Rasterverfahren über eine Zweikoordinaten-Strahlableitvorrichtung und eine Fokussiereinrichtung. Dabei fokussiert die Fokussiereinrichtung die Laserstrahlung auf die Schicht des Gegenstandes, die die farbgebenden Partikel enthält. Ein Problem hierbei ist jedoch, daß die Intensität von durchstimmbaren Lasern oftmals zu gering ist. Außerdem ist der Betriebszustand von durchstimmbaren Lasern oft nicht stabil, da diese Laser sehr empfindlich von äußeren Bedingungen abhängen. Ein Dauerbetrieb unter Produktionsbedingungen ist mit einem durchstimmbaren Laser nicht zu erreichen.

Ferner wird in der WO 96/35585 vorgeschlagen, zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand drei verschiedene Laseranlagen zu verwenden - für jede Wellenlänge eine Laseranlage. Dabei wird in einem ersten Verfahrensschritt das erste Pigment gebleicht. Anschließend muß der Gegenstand weitertransportiert werden zur zweiten Laseranlage, wo dann das zweite Pigment gebleicht wird usw. Hiermit sind jedoch einige Nachteile verbunden. Zum einen ist der Transport des Gegenstandes von einer Laseranlage zur nächsten aufwendig und zeitintensiv. Darüber hinaus muß der Gegenstand in jeder Laseranlage neu positioniert werden, was sehr schwierig ist, da die Positioniergenauigkeit durch die Größe der Bildpunkte (ca. 50 bis 100 µm) der aufzubringenden Information gegeben ist. Zum anderen erfordert jede Laseranlage eine eigene Zweikoordinaten-Strahlableitvorrichtung und eine zugehörige Fokussiereinrichtung, um die Beaufschlagung des Gegenstandes im Vektor- und/oder Rasterverfahren ausführen zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand mittels Laserstrahlung verschiedener Wellenlänge zu schaffen, das einfach, zuverlässig und schnell durchzuführen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Die sich daran anschließenden Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens.

Erfindungsgemäß ist mindestens ein Strahlführungsmittel vorgesehen, um einen ersten Laserstrahl mit der Wellenlänge (λ_1) und mindestens einen weiteren Laserstrahl mit einer Wellenlänge (λ_2), die von der Wellenlänge des ersten Laserstrahls verschieden ist, über die Zweikoordinaten-

Strahlableinrichtung und die Fokussiereinrichtung auf die Schicht des Gegenstandes zu führen, in der sich die farbgebenden Partikel befinden.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber der Verwendung eines durchstimmbaren Lasers den Vorteil, daß für jede Laserwellenlänge zur Erzeugung der Laserstrahlung eine eigene stabile, leistungsstarke Laserstrahlquelle verwendet werden kann. Über die erfindungsgemäß vorgesehenen Strahlführungsmittel werden die aufgrund ihres unterschiedlichen Erzeugungsortes räumlich voneinander getrennt verlaufenden Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge über die eine Zweikordinaten-Strahlableinrichtung und die eine Fokussiereinrichtung auf die Schicht des zu beschriftenden Gegenstandes gerichtet.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber der Verwendung von drei verschiedenen Laseranlagen den Vorteil, daß der Gegenstand nicht für die Beaufschlagung mit Laserstrahlung verschiedener Wellenlänge von einer Laseranlage zur nächsten transportiert werden muß. Handhabungssysteme für den Weitertransport des Gegenstandes von einer Laseranlage zur nächsten entfallen. Außerdem wird durch den Wegfall des Transports Zeit eingespart. Insbesondere gibt es keine Positionierungsprobleme aufgrund des Weitertransports.

Anhand der beigefügten Zeichnungen soll die Erfindung nachfolgend weiter erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 ein reales Absorptionsdiagramm für eine Schicht, in der sich verschiedene mittels Laserstrahlung bleichbare, farbgebende Partikel befinden,

Fig. 2 ein idealisiertes Absorptionsdiagramm für eine Schicht, in der sich mittels Laserstrahlung bleichbare, farbgebende Partikel befinden,

Fig. 3–Fig. 5 Bleichdiagramme für drei verschiedene farbgebende Partikel,

Fig. 6 eine erste verfahrensgemäße Anordnung,

Fig. 7 den Strahlverlauf zweier fokussierter Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge im Bereich der zu beschriftenden Schicht,

Fig. 8 eine detaillierte Darstellung der ersten verfahrensgemäßen Anordnung,

Fig. 9 eine zweite verfahrensgemäße Anordnung,

Fig. 10 eine dritte verfahrensgemäße Anordnung,

Fig. 11 eine vierte verfahrensgemäße Anordnung,

Fig. 12 ein Linsensystem zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung parallel zur optischen Achse,

Fig. 13 eine fünfte verfahrensgemäße Anordnung,

Fig. 14 eine Darstellung zur Erläuterung des chromatischen Querfehlers der Fokussiereinrichtung,

Fig. 15 eine Stufenindexfaser mit einer Linse hinter dem Auskoppelende der Faser,

Fig. 16 einen Schnitt durch eine Stufenindexfaser mit dem Verlauf des Brechungsindex,

Fig. 17 den Strahlverlauf eines Gaußförmigen Strahls vor dem Einkoppeln in eine Stufenindexfaser und nach dem Auskoppeln,

Fig. 18 eine Draufsicht auf die zu beschriftende Schicht des Gegenstandes mit den Bildpunkten,

Fig. 19 eine Tabelle mit Steuerdaten für das erfindungsgemäße Verfahren.

In **Fig. 1** ist ein reales Absorptionsspektrum einer erfindungsgemäß zu beschriftenden Schicht eines Gegenstandes dargestellt. Unter Beschriftung wird im folgenden auch immer das Aufbringen von farbigen Informationen verstanden. In dieser Schicht sind drei farbgebende Partikel (auch Farbmittel genannt) enthalten, deren Absorptionsverhalten im sichtbaren Spektralbereich verschieden ist. Die Absorptionsbanden sind nicht ideal voneinander getrennt. In dem

Bereich, wo hauptsächlich das Farbmittel 1 absorbiert, absorbieren auch die Farbmittel 2 und 3 – wenn auch erheblich geringer. In dem Bereich, wo hauptsächlich das Farbmittel 2 absorbiert, gibt es auch eine geringe Absorption für die Farbmittel 1 und 3. Lediglich in dem Bereich, wo hauptsächlich das Farbmittel 3 absorbiert, gibt es kaum eine Absorption der beiden anderen Farbmittel. Ein Beispiel für das Farbmittel 1 ist das Pigment mit dem Handelsnamen Novoperm Gelb HR 70 von der Fa. Clariant. Ein Beispiel für das Farbmittel 2 ist das Pigment mit dem Handelsnamen Hostaperm Rosa E von der Fa. Clariant. Ein Beispiel für das Farbmittel 3 ist das Pigment mit dem Handelsnamen Monastral Blau FGX von der Fa. Clariant. Diesen Pigmenten gemeinsam ist, daß sie sich unter dem Einfluß von Laserstrahlung bleichen lassen. Durch wellenlängenselektives Bleichen kann man so durch subtraktive Farbmischung die Farbe der Schicht einstellen. Jedes Flächenelement der Schicht weist statistisch gesehen eine Gleichverteilung der verschiedenen farbgebenden Partikel auf. Einerseits sind die Wellenlängen, die zum Bleichen der einzelnen Farbmittel eingesetzt werden, auf das Absorptionsspektrum angepaßt, andererseits werden die verwendeten Farbmittel und ihre Zusammensetzung danach ausgesucht, welche Laserwellenlängen am günstigsten zur Verfügung stehen. Die resultierende Farbe der Schicht hängt also davon ab, welche Farbmittel verwendet werden, mit welchen Laserwellenlängen und mit welcher Laserintensität jeweils gebleicht wird. Letzteres, die jeweilige Laserintensität, hat einen großen Einfluß auf den Bleichungsgrad. Dies wird in den **Fig. 3 bis 5** veranschaulicht, wo die Bleichungsdiagramme für drei verschiedene Farbmittel dargestellt sind. Die Abhängigkeit des Bleichungsgrads von der Laserintensität ist dabei für jedes Farbmittel anders. Diesem Umstand wird – wie weiter unten beschrieben wird – durch eine besondere Verfahrenssteuerung Rechnung getragen. Unterhalb einer Schwellintensität findet überhaupt keine Bleichung statt. Oberhalb dieser Schwellintensität gibt es einen in erster Näherung linearen Bereich, der dann in einen Sättigungsbereich übergeht. Ab einer bestimmten Laserintensität wird die Schicht dann zerstört.

Im obigen Beispiel wurden Laserstrahlen mit den folgenden Wellenlängen verwendet: 440 nm, 532 nm und 660 nm. Der Laserstrahl mit 532 nm wird mittels eines Nd-YAG-Lasers erzeugt, dessen Basiswellenlänge von 1064 nm durch Frequenzverdopplung halbiert wird. Der Laserstrahl mit 660 nm wird mittels eines Nd-YAG-Lasers erzeugt, dessen Basiswellenlänge von 1320 nm durch Frequenzverdopplung halbiert wird. Der Laserstrahl mit 440 nm wird mittels eines Nd-YAG-Lasers erzeugt, dessen Basiswellenlänge von 1320 nm durch Frequenzverdopplung auf ein Drittel reduziert wird. Die Arten der Frequenzvervielfachung sind dem Fachmann bekannt. Diese Laserstrahlquellen laufen stabil und liefern eine ausreichende Leistung.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf die Verwendung von Laserstrahlen mit diesen Wellenlängen beschränkt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch nicht auf die Methode des wellenlängenselektiven Bleichens beschränkt, sondern auch auf die Laserbestrahlung von latenten Pigmenten und/oder auf die Beschriftung mittels laserinduzierter Karbonisierung anwendbar. Dementsprechend sind die Laserwellenlängen zu wählen.

In **Fig. 6** ist eine erste verfahrensgemäße Anordnung gezeigt. Das erfindungsgemäß vorgesehene Strahlführungsmittel (8) weist ein erstes optisch reflektierendes Element (8A) auf, das Laserstrahlung einer ersten Wellenlänge (λ_1) reflektiert und Laserstrahlung mit mindestens einer zweiten Wellenlänge (λ_2, λ_3) transmittiert, wobei

– der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1)

vom reflektierenden Element (8A) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) reflektiert wird,

– mindestens ein zweiter Laserstrahl (2) mit einer Wellenlänge (λ_2) durch das reflektierende Element (8A) hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert wird.

Das optisch reflektierende Element (8A) ist ein dielektrischer Spiegel oder ein dielektrisches Reflexionsprisma (nicht dargestellt). Dielektrische Spiegel oder dielektrische Reflexionsprismen, die Strahlung einer bestimmten Wellenlänge oder eines bestimmten Wellenlängenbereichs reflektieren und ansonsten zumindest teilweise transparent sind, sind dem Fachmann bekannt. Auf diese Weise werden der 1. Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 440 nm und ein 2. Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 532 nm, die räumlich getrennt voneinander erzeugt werden, auf ein und dieselbe Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) geführt. Dabei kann der 2. Laserstrahl direkt oder über ein weiteres reflektierendes Element (8B) – wie dargestellt – auf das erste reflektierende Element (8A) gerichtet sein. Der Reflexionswinkel in der dargestellten Ausführungsform beträgt 45°. Es sind jedoch auch andere Reflexionswinkel vorgesehen, wobei jeweils die Anordnung der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und der Fokussiereinrichtung (7) mit Blick auf die relative Lage des reflektierenden Elements (8A) und mit Blick auf den Reflexionswinkel gewählt wird. Nach dem reflektierenden Element (8A) verlaufen die beiden Laserstrahlen (1, 2) vorzugsweise entlang einer Linie. Falls ein 3. Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 660 nm eingekoppelt werden soll, wird der 2. Laserstrahl vom zweiten reflektierenden Element (8B) in Richtung auf das erste reflektierende Element (8A) reflektiert und durch dieses hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert. Der 3. Laserstrahl (3) mit einer Wellenlänge (λ_3) wird dann durch das erste und zweite reflektierende Element (8A, 8B) hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert. Für diesen Zweck sind das erste und das zweite reflektierende Element (8A, 8B) für die Wellenlänge des 3. Laserstrahls zumindest teilweise transparent. Dabei kann der 3. Laserstrahl direkt oder über ein weiteres reflektierendes Element (8C) – wie dargestellt – auf das zweite reflektierende Element (8B) gerichtet sein.

In Fig. 8 ist eine Detaildarstellung der ersten verfahrensgemäßen Anordnung gezeigt. Wie zu erkennen ist, erfahren die Laserstrahlen durch die reflektierenden Elemente (8A, 8B) einen Strahlversatz. Durch entsprechende Einstellung der Auftreffpunkte der Laserstrahlen auf die reflektierenden Elemente wird diesem Strahlversatz Rechnung getragen, so daß die verschiedenen Laserstrahlen anschließend entlang einer Linie verlaufen. Die reflektierenden Elemente (8A, 8B, 8C) sind vorzugsweise in ihrer Lage verstellbar.

Anhand der Fig. 7 soll die chromatische Aberration der Fokussiereinrichtung (7) parallel zur optischen Achse (A) der Fokussiereinrichtung erläutert werden. Hierbei handelt es sich um ein grundsätzliches Problem, das auftaucht, wenn Laserstrahlen verschiedener Wellenlänge durch ein und dieselbe Fokussiereinrichtung (7) fokussiert werden sollen. Eine derartige Fokussiereinrichtung (7) ist eine Linse oder ein Linsensystem, vorzugsweise ein Planfeldobjektiv. Ein solches Planfeldobjektiv weist nun eine chromatische Aberration auf, die bei der Beaufschlagung des zu beschriftenden Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung verschiedener Wellenlänge Probleme bereitet. Dabei versteht man unter chromatischer Aberration, daß Strahlen mit einer kleineren Wellenlänge stärker gebrochen werden als Strahlen mit einer größeren Wellenlänge. Dies hat zur Folge, daß die Brennweite

(f) wellenlängenabhängig ist, wobei der Brennweitenunterschied zwischen einem blauen Laserstrahl (440 nm) und einem roten Laserstrahl (660 nm) durchaus 2 bis 3 mm betragen kann. Die Herstellerangaben für wellenlängenabhängige Brennweiten beziehen sich dabei immer auf Laserstrahlen mit gleicher Strahlcharakteristik (verschwindend geringe Divergenz und gleicher Strahldurchmesser) vor der Fokussierung. Die Dicke einer typischen Kunststoffkarte beträgt z. B. 0,8 mm. Der Brennweitenunterschied beträgt somit schon ein Vielfaches der Kartendicke, während die erfindungsgemäße Beschriftung in einer oberflächennahen Schicht (4A) stattfinden soll. In Fig. 7 ist der Abstand der zu beschriftenden Fläche (4A) vom Planfeldobjektiv so gewählt, daß der Fokus für die Laserstrahlung mit der Wellenlänge von 440 nm auf der zu beschriftenden Fläche liegt. Dabei ist der Laserfleck im Fokus auch nicht beliebig klein, sondern besitzt beugungsbedingt eine endliche Größe (typischer Wert: 50 μ m). Ohne weitere Maßnahmen liegt der Fokus für die Laserstrahlung mit der Wellenlänge von 660 nm dann 2 bis 3 mm unter der Kartenoberfläche (4A). Dies hat wiederum zur Folge, daß die Laserintensität für die Laserstrahlung mit der Wellenlänge 660 nm auf der Kartenoberfläche (4A) nicht hoch genug ist, um eine Farbänderung zu erreichen. 2 bis 3 mm oberhalb des Fokus ist der Strahldurchmesser ca. doppelt so groß wie im Fokus, damit beträgt die Intensität dort nur ein Viertel der Intensität im Fokus. Mit den meisten Laseradditiven ist ein Farbumschlag außerhalb des Fokus daher nicht zu erreichen, da dort die Laserintensität kleiner als die Schwellintensität ist.

Um dem vorstehend beschriebenen Problem der chromatischen Aberration zu begegnen, ist erfindungsgemäß im Strahlengang mindestens eines Laserstrahls mit der Wellenlänge (λ) vor der Fokussiereinrichtung (6) ein Mittel (9) zur Kompensation der chromatischen Aberration vorgesehen ist. Dieses Mittel (9) verändert die Strahlcharakteristik des bzw. der Laserstrahlen so, daß alle ihren Fokus im oberflächennahen Bereich (4A) des zu beschriftenden Gegenstandes haben. Folgende Vorgehensweise ist dabei vorgesehen: Der Abstand der zu beschriftenden Fläche (4A) vom Planfeldobjektiv (6) wird so gewählt, daß der grüne Laserstrahl mit der Wellenlänge von 532 nm ohne weitere Mittel seinen Fokus auf der zu beschriftenden Fläche (4A) hat. Damit dann auch die beiden anderen Laserstrahlen ihren Fokus dort haben, werden in ihren Strahlengang entsprechende optisch wirksame Mittel (9) eingesetzt. Welchen der Laserstrahlen (1, 2, 3) man nun für die Wahl des Planfeldobjektivs (6) und des Abstandes zur zu beschriftenden Fläche (4A) als Ausgangspunkt aussucht, ist von den konkreten Bedingungen abhängig. Für den oder die jeweils anderen Laserstrahlen (1, 2, 3) sind dann jedoch entsprechende Mittel (9) zur Kompensation der chromatischen Aberration notwendig. Es ist auch vorgesehen, für jeden Laserstrahl (1, 2, 3) ein Mittel (9) zur Kompensation der chromatischen Aberration vorzusehen.

Das Mittel (9) zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung parallel zur optischen Achse (A) der Fokussiereinrichtung ist vorzugsweise von einer Linse oder einem Linsensystem gebildet. In Fig. 12 ist ein solches Linsensystem bestehend aus einer Zerstreuungslinse (9A) und einer Sammellinse (9B) gezeigt, wobei der Abstand (d) zwischen diesen beiden vorzugsweise verstellbar ist, um dem jeweiligen Laserstrahl (1, 2, 3) eine andere Divergenz zu geben. Dabei durchläuft der jeweilige Laserstrahl zuerst die Zerstreuungslinse (9A) und dann die Sammellinse (9B) bevor er weiter auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und die Fokussiereinrichtung (7) geführt wird. So wird beispielsweise der blaue Laserstrahl (440 nm) in Richtung auf die Fokussiereinrichtung

ein wenig aufgeweitet, während der rote Laserstrahl (660 nm) in Richtung auf die Fokussiereinrichtung ein wenig gebündelt wird. Durch diese Maßnahme haben letztendlich alle drei Laserstrahlen (rot, grün und blau) ihren Fokus auf der zu beschriftenden Oberfläche (4A).

Das Mittel (9) zur Kompensation der chromatischen Aberration kann auch eine Glasfaser (11) und eine Sammellinse (9) sein (vgl. Fig. 15). Dafür wird der entsprechende Laserstrahl, (1, 2, 3) für den eine Kompensation durchgeführt werden soll, durch eine Glasfaser (11) geleitet, durch die er dann divergent wieder austritt. Mittels der Sammellinse (9) kann er nun wieder gebündelt werden. Mit Variation des Abstandes zwischen dem Faserende und der Sammellinse (9) wird auch die Lage des Fokus hinter der Fokussiereinrichtung (7) geändert. Zur Kompensation der chromatischen Aberration kann auch einfach der Abstand des Faserendes (10A) zur Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) jeweils eingestellt werden (vgl. Fig. 13). Dort ist dargestellt, wie drei Laserstrahlen (1, 2, 3) verschiedener Wellenlänge jeweils über eine Glasfaser (10) auf einen Ablenkspiegel (6A) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) gerichtet sind, wobei die Abstände der Faserenden (10A) zum Ablenkspiegel (6A) unterschiedlich sind. Dadurch wird erreicht, daß alle Laserstrahlen trotz verschiedener Wellenlängen einen nahezu gemeinsamen Fokus auf der zu beschriftenden Fläche (4A) haben.

In Fig. 9 ist eine zweite verfahrensgemäße Anordnung gezeigt, bei der im Unterschied zu der Anordnung aus den Fig. 6 und 8 die drei Laserstrahlen nicht parallel zueinander auf die erfindungsgemäßen Strahlführungsmittel (8A, 8B, 8C) gerichtet sind. In der in Fig. 9 dargestellten Anordnung verläuft einer der Laserstrahlen (3) ursprünglich senkrecht zu den beiden anderen Laserstrahlen (1, 2), die ursprünglich parallel und versetzt zueinander verlaufen. Hier werden die gleichen dielektrischen Spiegel (8A, 8B) eingesetzt, die auch für die Anordnung gemäß Fig. 6 und 8 vorgesehen sind.

Fig. 10 zeigt eine vierte verfahrensgemäße Anordnung. Dabei weist das Strahlführungsmittel (8) ein in seiner Lage verstellbares, vorzugsweise drehbares optisch reflektierendes Element (8D) auf, das mindestens Laserstrahlung einer ersten Wellenlänge (λ_1) und Laserstrahlung einer zweiten Wellenlänge (λ_2, λ_3) reflektiert, wobei

- der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und der zweite Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) parallel versetzt zueinander und/oder unter verschiedenen Winkeln auf das reflektierende Element (8D) treffen,
- das reflektierende Element (SD) in eine erste Position gebracht wird, um den ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) zu reflektieren,
- das reflektierende Element (8D) in eine zweite Position gebracht wird, um den zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) zu reflektieren.

Das reflektierende Element (8D) ist dabei ein metallischer Spiegel oder ein metallisch verspiegeltes Reflexionsprisma.

In Fig. 11 ist eine fünfte verfahrensgemäße Anordnung dargestellt. Dabei ist das Strahlführungsmittel (8) ein erster drehbarer, metallischer Ablenkspiegel (6A) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6), über den der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und mindestens ein zweiter Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) in Richtung auf einen zweiten drehbaren, metallischen Ablenkspiegel (6B) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) reflektiert

werden, der dann die Laserstrahlen in Richtung auf die Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf eine Schicht (4A) des Gegenstandes (4) reflektiert, wobei

- der Ablenkspiegel (6A) für die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) jeweils um einen ersten Offset-Wert gedreht wird,
- der Ablenkspiegel (6A) für die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) jeweils um einen zweiten Offset-Wert gedreht wird.

In Fig. 14 ist ein weiteres grundsätzliches Problem veranschaulicht, das auftritt, wenn man Laserstrahlen verschiedener Wellenlängen durch ein und das selbe Planfeldobjektiv (7) zur Beschriftung auf die Oberfläche (4A) eines Gegenstandes, z. B. eine Kunststoffkarte, fokussieren will. Dieses Problem liegt in der chromatischen Aberration des Planfeldobjektivs quer zur optischen Achse begründet. Darunter versteht man, daß Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge, die unter einem bestimmten Winkel (θ) zur optischen Achse (A) des Planfeldobjektivs (7) das Planfeldobjektiv durchlaufen, nicht – wie gewünscht – auf derselben Stelle der zu beschriftenden Fläche (4A) auftreffen, sondern seitlich gegeneinander versetzt sind. Insbesondere bei einer randseitigen Beschriftung des Gegenstandes (4), also relativ weit weg von der optischen Achse (A) des Planfeldobjektivs (A), ist der laterale Fokusversatz besonders groß. Erfindungsgemäß wird zur Kompensation der lateralen chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung (7) für mindestens einen Laserstrahl mit der Wellenlänge (λ) bei der Dreheinstellung der drehbaren, metallischen Ablenkspiegel (6A, 6B) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) für die Beaufschlagung einer Schicht (4A) des Gegenstandes (4) im Vektor- und/oder Rasterverfahren jeweils ein Korrekturwert ($\Delta x, \Delta y$) für den chromatischen Querfehler berücksichtigt.

Die aufzubringenden farbigen Informationen bestehen aus einer Vielzahl von Bildpunkten (P), wobei die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte (P) im Pulsbetrieb erfolgt. Zur Erzeugung der einzelnen farbigen Bildpunkte (P) sind erfindungsgemäß verschiedene Vorgehensweisen vorgesehen.

Dabei kann die punktweise Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem ersten Laserstrahl (1) mit einem ersten Laserintensitätswert ($I^{(1)}$) erfolgen, während die punktweise Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem zweiten Laserstrahl (2) mit einem zweiten Laserintensitätswert ($I^{(2)}$) und die punktweise Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem dritten Laserstrahl (3) mit einem dritten Laserintensitätswert ($I^{(3)}$) erfolgt. Es ist auch vorgesehen, bei der punkweisen Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit mindestens einem Laserstrahl (1, 2, 3) auch die Laserintensität von Bildpunkt zu Bildpunkt zu variieren.

Eine Vorgehensweise zur erfindungsgemäßen Bilderzeugung besteht darin, zunächst sämtliche der im Vektor- und/oder Rasterverfahren zu erzeugenden Bildpunkte jeweils nacheinander mit dem ersten Laserstrahl (1) zu beaufschlagen, danach dann die Bildpunkte (P) jeweils nacheinander mit mindestens einem zweiten Laserstrahl (2) zu beaufschlagen.

Alternativ dazu erfolgt Bildpunkt für Bildpunkt jeweils nacheinander eine Beaufschlagung mit Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge.

Darüber hinaus ist es auch vorgesehen, daß Bildpunkt für Bildpunkt jeweils gleichzeitig eine Beaufschlagung mit Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge erfolgt.

Vorzugsweise erfolgt die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung so, daß Bildpunkt für Bildpunkt jeweils ein Korrekturwert für den chromatischen Querfehler berücksichtigt wird.

Ausgangspunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Bild, das in digitaler Form (z. B. im sogenannten PCX-Format) vorliegt oder in ein solches umgewandelt wird. Dabei wird unter Bild sowohl ein Photo als auch alphanumerische Information, ein Barcode oder ähnliches verstanden. Ausgehend von diesen digitalen Bildinformationen werden dann für jeden Bildpunkt (P_1, P_2, \dots) die x, y -Koordinaten (x_1, y_1, x_2, y_2) zur Ansteuerung der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) abgeleitet. Außerdem werden anhand der digitalen Farbinformation über die Bildpunkte für jeden Bildpunkt Laserintensitätswerte ($I_1^{(1)}, (I_1^{(2)}, \dots)$) abgeleitet, damit der richtige Bleichungsgrad und damit der richtige Farbeindruck eines Bildpunktes erzielt wird. Darüber hinaus wird für jeden Bildpunkt (x, y) ein Korrekturwert ($\Delta x, \Delta y$) zur Kompensation der lateralen chromatischen Aberration generiert. Alle diese Daten können z. B. in einer Tabelle mit Steuerdaten für das erfindungsgemäße Verfahren hinterlegt sein (vgl. Fig. 19).

Abschließend soll noch auf eine weitere Problematik eingegangen werden, die insbesondere beim sogenannten Laserbleichen von Bedeutung ist. Wie aus den Fig. 3 bis 5 zu entnehmen ist, hängt der Grad der Bleichung stark von der jeweiligen Laserintensität ab. Nun ist es jedoch so, daß die verwendeten Laserstrahlen (1, 2, 3) in der Regel ein Gaußförmiges Strahlprofil (vgl. Fig. 17) aufweisen, das auch im Fokus (Laserschreibfleck) vorhanden ist. Das bedeutet jedoch, daß die Laserintensität im Laserschreibfleck nicht konstant ist. In der Strahlmitte ist sie sehr hoch, während sie zu den Rändern hin stark abnimmt. Damit kann ein einheitliches Bleichen eines Bildpunktes nicht erreicht werden. Im ungünstigsten Fall ist die Intensität an den Rändern der Bildpunkte kleiner als der Schwellwert, so daß dort überhaupt kein Bleichen stattfindet. Um diese Problematik zu umgehen, werden die Laserstrahlen (1, 2, 3) erfindungsgemäß in eine sogenannte Stufenindexfaser (11) eingekoppelt. In Fig. 16 ist ein Schnitt durch eine Stufenindexfaser (11) sowie der rechteckförmige Verlauf des Brechungsindex dargestellt. Ein in die Stufenindexfaser (11) eingekoppelter Laserstrahl mit Gaußförmigen Profil hat, nachdem er die Stufenindexfaser (11) wieder verlassen hat, eine rechteckförmige Intensitätsverteilung über seinen Querschnitt. Das Strahlprofil des Lasers ist somit quasi ein Abbild vom Verlauf des Brechungsindex der Stufenindexfaser. Auf diese Weise wird ein Laserstrahl mit einer über seinen Querschnitt nahezu konstanten Intensität zur Verfügung gestellt, der sich hervorragend für ein gleichmäßiges Bleichen von Bildpunkten eignet.

Bezugszeichenliste

1 erster Laserstrahl	55
2 zweiter Laserstrahl	
3 dritter Laserstrahl	
4 Gegenstand	
4A Schicht des Gegenstandes, die die farbgebenden Partikel enthält	60
5 Bildpunkt	
6 Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung	
6A erster Ablenkspiegel der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung	
6B zweiter Ablenkspiegel der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung	65
7 Fokussiereinrichtung	
7A optische Achse der Fokussiereinrichtung	

8 Strahlführungsmittel

8A erstes reflektierendes Element des Strahlführungsmittels

8B zweites reflektierendes Element des Strahlführungsmittels

5 8C drittes reflektierendes Element des Strahlführungsmittels

8D drehbares, reflektierendes Element des Strahlführungsmittels

9 Linsensystem zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung parallel zur optischen Achse

10 9A Zerstreuungslinse

9B Sammellinse

10 Faser

10A Auskoppelende der Faser

11 Stufenindexfaser

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand (4), wobei der Gegenstand zumindest in einer oberflächennahen Schicht (4A) mindestens zwei verschiedenartige farbgebende Partikel aufweist, die unter dem Einfluß von Laserstrahlung die Farbe dieser Schicht (4a) verändern, wobei

- Laserstrahlung (1, 2, 3) mit mindestens zwei verschiedenen Wellenlängen ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) verwendet wird, um die Farbe dieser Schicht (4A) zu ändern,
- die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung im Vektor- und/oder Rasterverfahren über eine Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und eine Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf die Schicht (4A) des Gegenstandes (4) erfolgt,

dadurch gekennzeichnet, daß

mindestens ein Strahlführungsmittel (8) vorgesehen ist, um einen ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und mindestens einen weiteren Laserstrahl (2) mit einer Wellenlänge (λ_2), die von der Wellenlänge des ersten Laserstrahls verschieden ist, über die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) und die Fokussiereinrichtung (7) auf die Schicht (4A) des Gegenstandes (4) zu führen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlführungsmittel (8) mindestens ein erstes optisch reflektierendes Element (8A) aufweist, das Laserstrahlung einer ersten Wellenlänge (λ_1) reflektiert und Laserstrahlung mit mindestens einer zweiten Wellenlänge (λ_2, λ_3) transmittiert, wobei

- der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) vom reflektierenden Element (8A) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) reflektiert wird,
- mindestens ein zweiter Laserstrahl (2) mit einer Wellenlänge (λ_2) durch das reflektierende Element (8A) hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites optisch reflektierendes Element (8B) vorgesehen ist, das Laserstrahlung der Wellenlänge (λ_2) reflektiert und Laserstrahlung mit mindestens einer anderen Wellenlänge (λ_3) transmittiert, wobei

- der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) vom ersten reflektierenden Element (8A) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) reflektiert wird,
- ein zweiter Laserstrahl (2) mit einer Wellen-

- länge (λ_2) vom zweiten reflektierenden Element (8B) in Richtung auf das erste reflektierende Element (8A) reflektiert und durch dieses hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert wird, 5
- ein dritter Laserstrahl (3) mit einer Wellenlänge (λ_3) durch das erste und zweite reflektierende Element (8A, 8B) hindurch auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) transmittiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch reflektierende Element (8A, 8B) ein dielektrischer Spiegel ist. 10
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch reflektierende Element (8A, 8B) ein dielektrisches Reflexionsprisma ist. 15
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß 20
- das Strahlführungsmittel (8) ein in seiner Lage verstellbares, vorzugsweise drehbares optisch reflektierendes Element (8D) ist, das mindestens Laserstrahlung einer ersten Wellenlänge (λ_1) und Laserstrahlung einer zweiten Wellenlänge (λ_2, λ_3) reflektiert, wobei
 - der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und der zweite Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) parallel versetzt zueinander und/oder unter verschiedenen Winkeln auf das reflektierende Element (8D) treffen,
 - das reflektierende Element (8D) in eine erste Position gebracht wird, um den ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) zu reflektieren,
 - das reflektierende Element (8D) in eine zweite Position gebracht wird, um den zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) in Richtung auf die Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) zu reflektieren.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch reflektierende Element (8D) ein metallischer Spiegel ist. 40
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch reflektierende Element (8D) ein metallisches Reflexionsprisma ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlführungsmittel (8) ein erster drehbarer, metallischer Ablenkspiegel (6A) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) ist, über den der erste Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) und mindestens ein zweiter Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) in Richtung auf einen zweiten drehbaren, metallischen Ablenkspiegel (6B) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) reflektiert werden, der dann die Laserstrahlen in Richtung auf die Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf eine Schicht (4A) des Gegenstandes (4) reflektiert, wobei 55
- der Ablenkspiegel (6A) für die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) jeweils um einen ersten Offset-Wert gedreht wird,
 - der Ablenkspiegel (6A) für die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) jeweils um einen zweiten Offset-Wert gedreht wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf eine Schicht (4A) des Gegenstandes (4) eine Linse oder ein Linsensystem, vorzugsweise ein Planfeldobjektiv, 65

ist.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang mindestens eines Laserstrahls mit der Wellenlänge (λ) vor der Fokussiereinrichtung (7) zur Fokussierung der Laserstrahlung auf eine Schicht (4A) des Gegenstandes (4) ein Mittel (9, 10) zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung (7) parallel zur optischen Achse der Fokussiereinrichtung vorgesehen ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (9, 10) zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung parallel zur optischen Achse eine im Strahlengang verstellbare Linse oder ein verstellbares Linsensystem (9A, 9B) umfassen.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung parallel zur optischen Achse (A) im Strahlengang mindestens eines Laserstrahls mit der Wellenlänge (λ) eine Faseroptik (10, 11) vorgesehen ist, durch die hindurch der Laserstrahl geführt wird, wobei der optische Weg zwischen dem Auskoppelende (10A) der Faser und der Fokussiereinrichtung (7) einstellbar ist.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation der chromatischen Aberration der Fokussiereinrichtung (7) quer zur optischen Achse (A) der Fokussiereinrichtung für mindestens einen Laserstrahl mit der Wellenlänge (λ) bei der Dreheinstellung der drehbaren, metallischen Ablenkspiegel (6A, 6B) der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6) für die Beaufschlagung einer Schicht (4A) des Gegenstandes (4) im Vektor- und/oder Rasterverfahren jeweils ein Korrekturwert ($\Delta x, \Delta y$) für den chromatischen Querfehler berücksichtigt wird.

15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für mindestens einen Laserstrahl mit der Wellenlänge (λ) eine Stufenindexfaser (11) im Strahlengang vor der Zweikoordinaten-Strahlableinrichtung (6), vorgesehen ist, wobei der in die Stufenindexfaser (11) eingekoppelte Laserstrahl ein Gaußförmiges Strahlprofil aufweist und der aus der Stufenindexfaser (11) ausgekoppelte Laserstrahl ein rechteckförmiges Strahlprofil aufweist.

16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die aufzubringenden farbigen Informationen aus einer Vielzahl von Bildpunkten (P) bestehen und die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte im Pulsbetrieb erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit dem ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) mit einem ersten Laserintensitätswert ($I^{(1)}$) erfolgt,
- die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit mindestens einem zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) mit einem zweiten Laserintensitätswert ($I^{(2)}$) erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte in der Weise erfolgt, daß für mindestens einen Laserstrahl der Wellenlänge (λ) die Laserintensität von Bildpunkt zu Bildpunkt variiert wird.

18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung

des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte (P) in der Weise erfolgt, daß

- zunächst sämtliche der zu erzeugenden Bildpunkte jeweils nacheinander mit dem ersten Laserstrahl (1) mit der Wellenlänge (λ_1) im Vektor- und/oder Rasterverfahren beaufschlagt werden, 5
- dann die zu erzeugenden Bildpunkte (P) jeweils nacheinander mit mindestens einem zweiten Laserstrahl (2) mit der Wellenlänge (λ_2) im Vektor- und/oder Rasterverfahren beaufschlagt werden. 10

19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte in der Weise erfolgt, daß 15

Blickpunkt für Bildpunkt jeweils nacheinander eine Beaufschlagung mit Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge erfolgt.

20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte (P) in der Weise erfolgt, daß Bildpunkt für Bildpunkt jeweils gleichzeitig eine Beaufschlagung mit Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge erfolgt. 25

21. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung des Gegenstandes (4) mit Laserstrahlung zur Erzeugung der Bildpunkte in der Weise erfolgt, daß Bildpunkt für Bildpunkt jeweils ein Korrekturwert für den chromatischen Querfehler berücksichtigt wird. 30

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

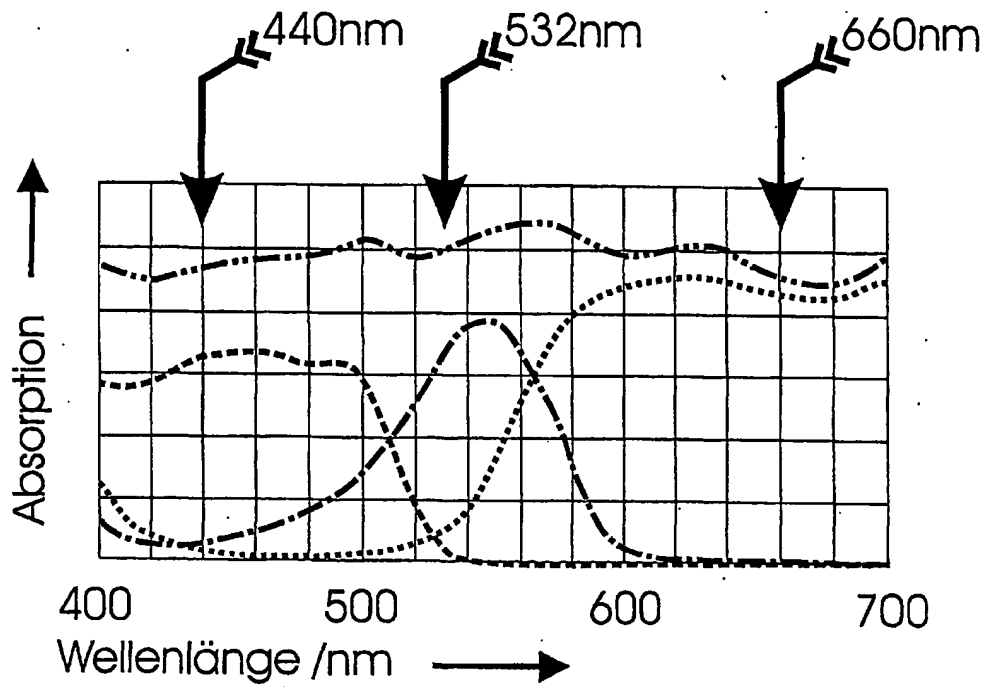
50

55

60

65

- Leerseite -



..... Farbmittel 1, gelb

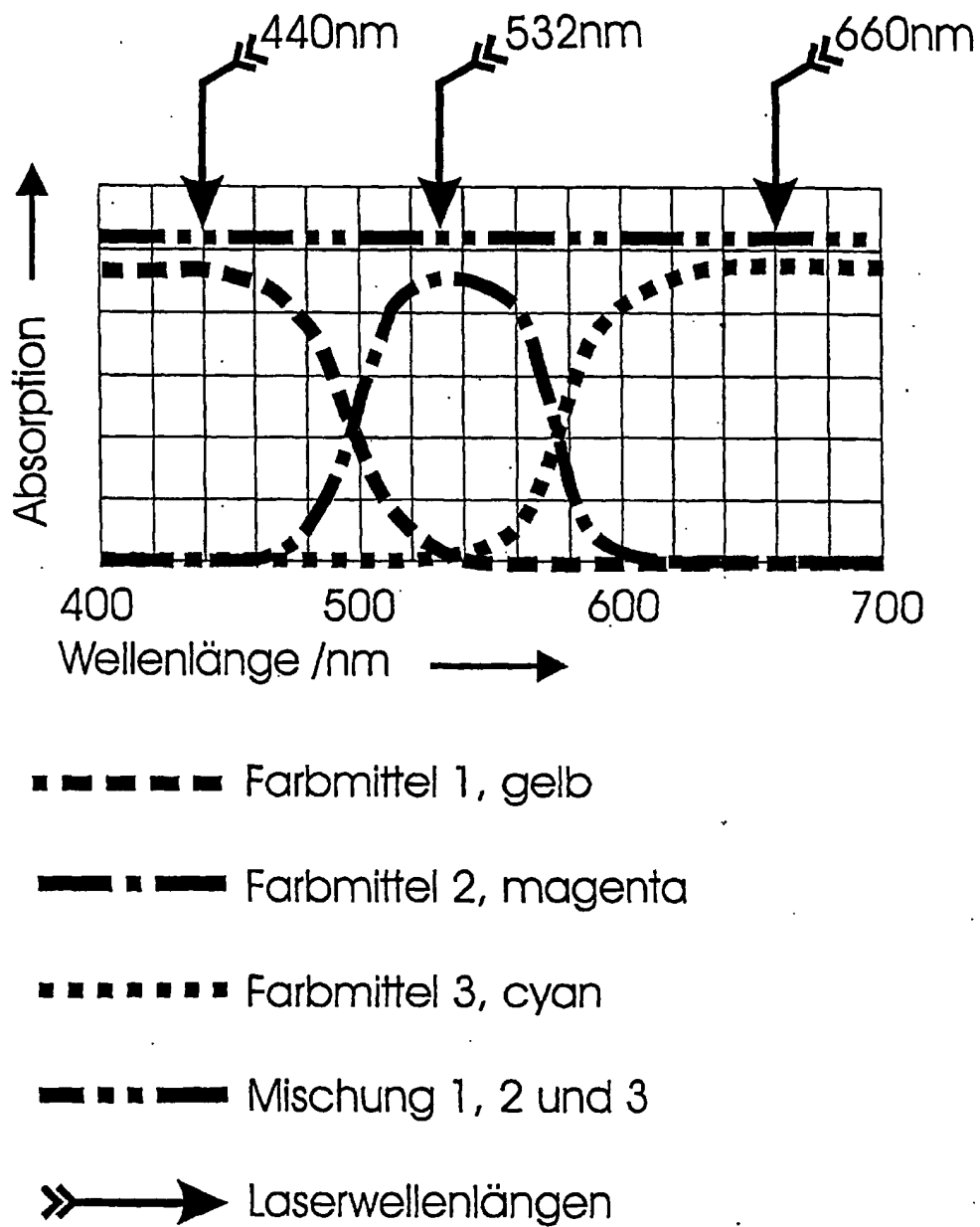
-.-.-.-.- Farbmittel 2, magenta

..... Farbmittel 3, cyan

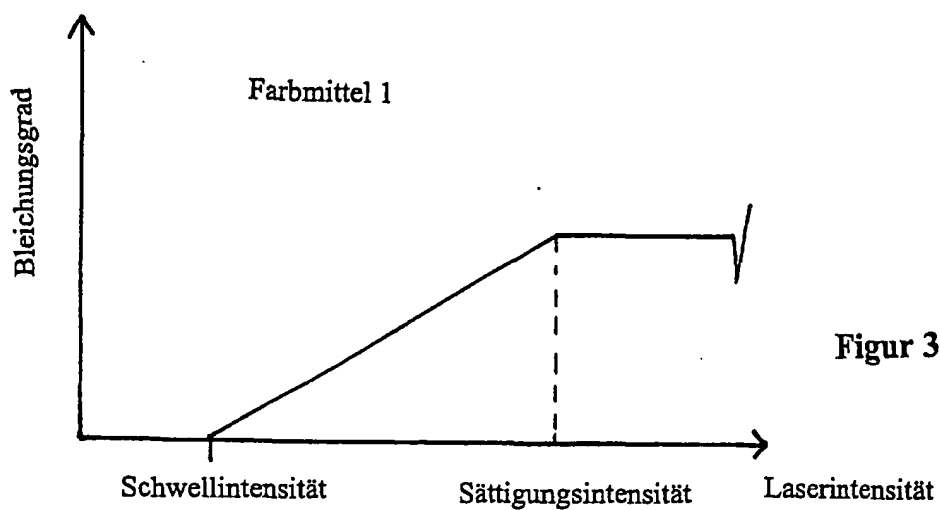
..... Mischung 1, 2 und 3

»»» Laserwellenlängen

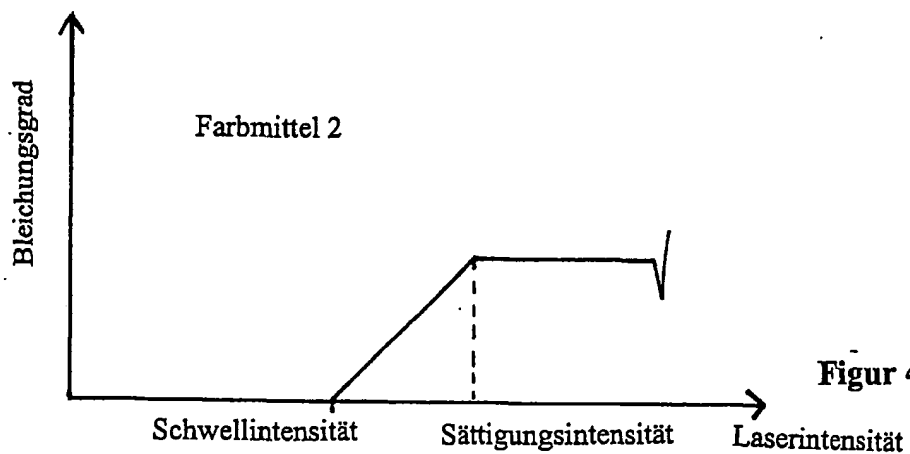
Figur 1



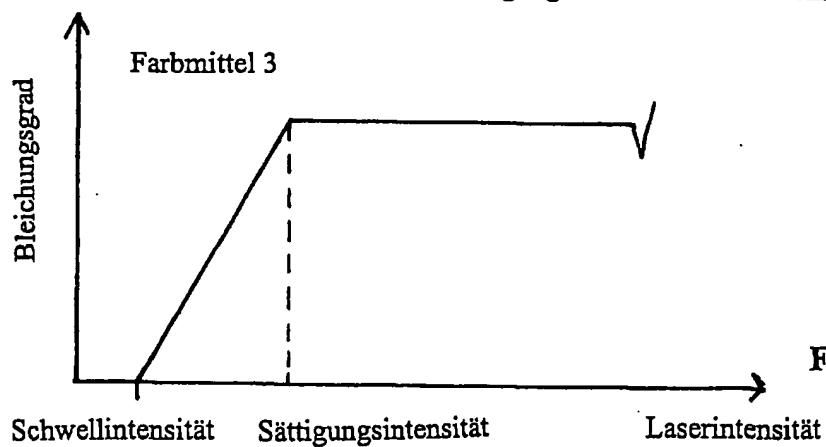
Figur 2



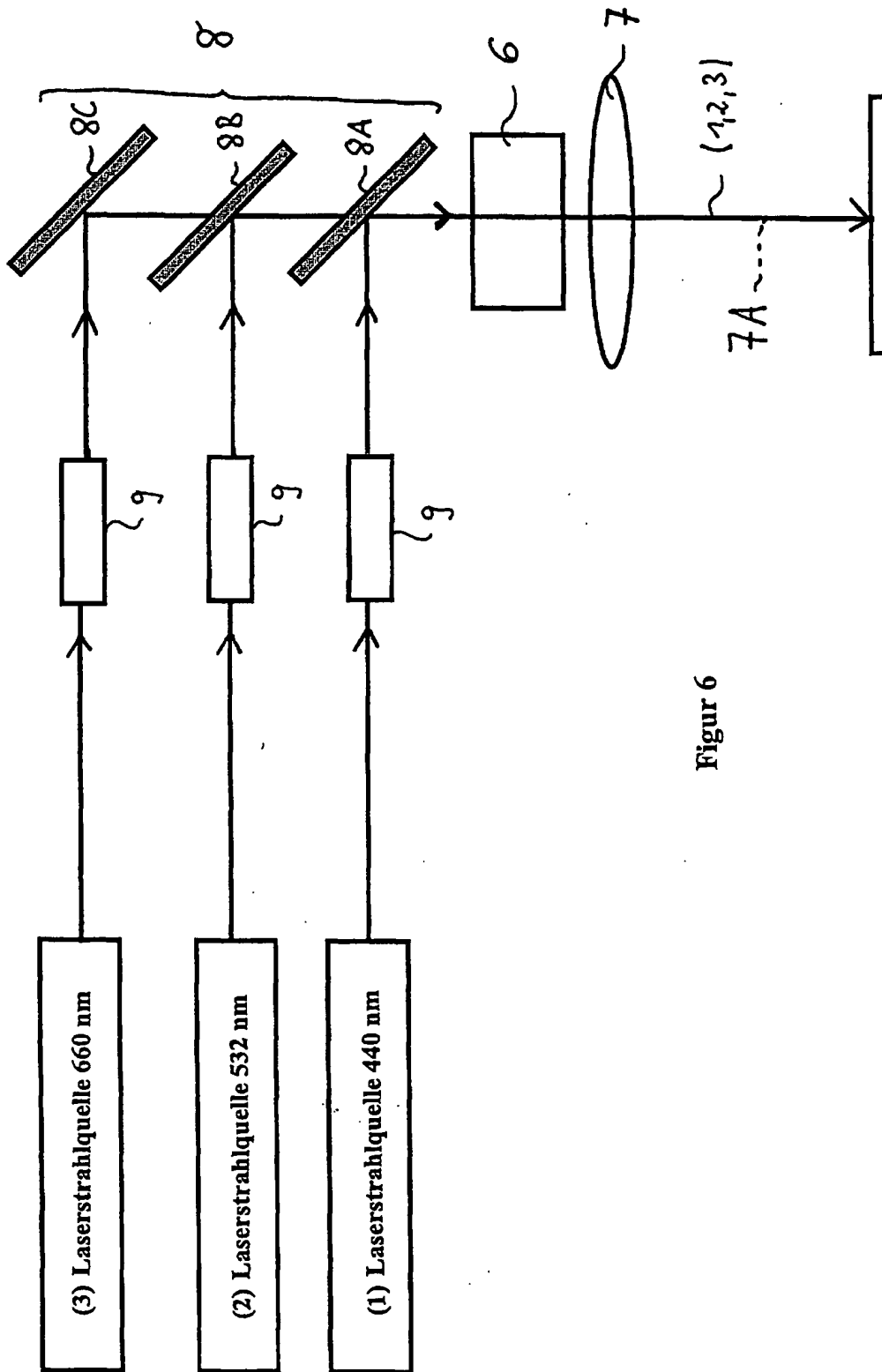
Figur 3



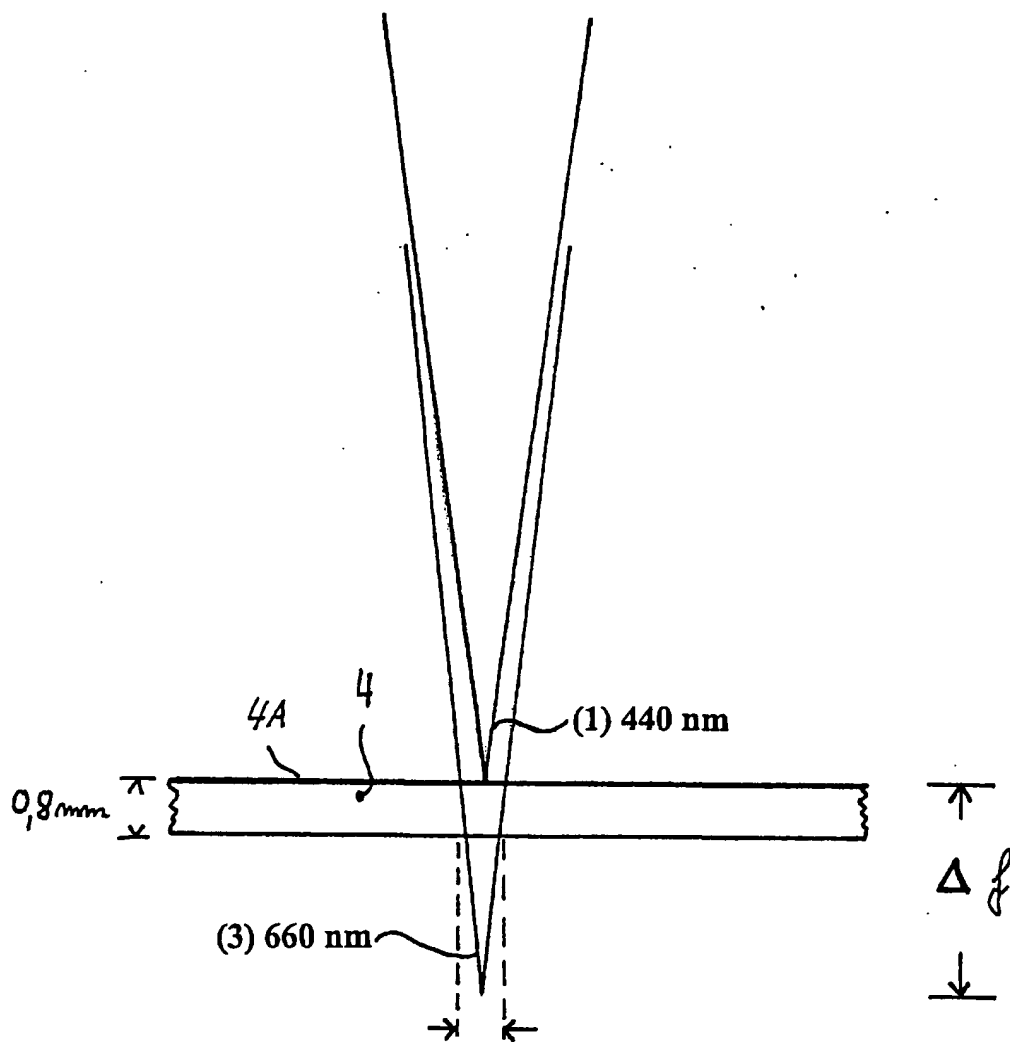
Figur 4



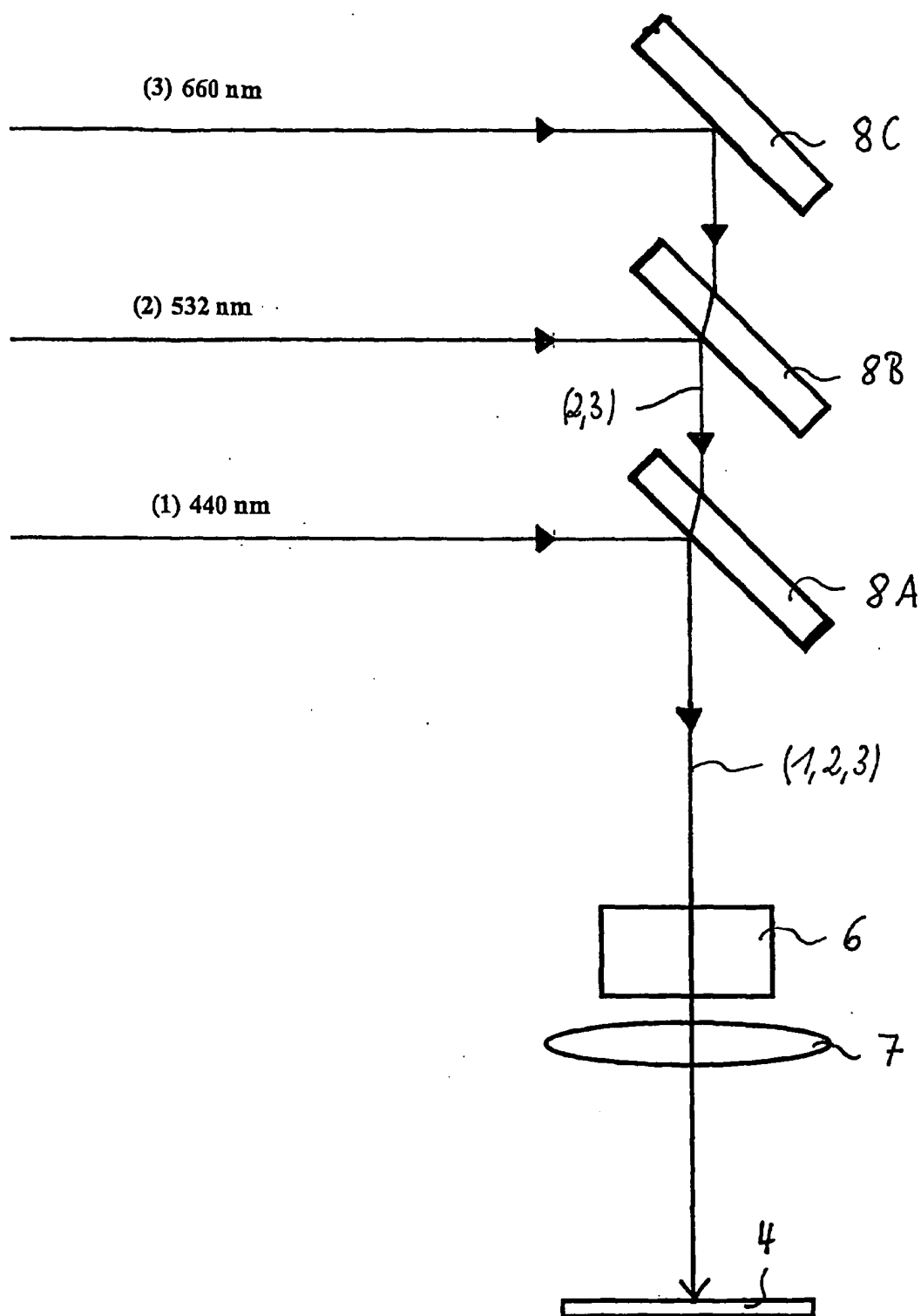
Figur 5



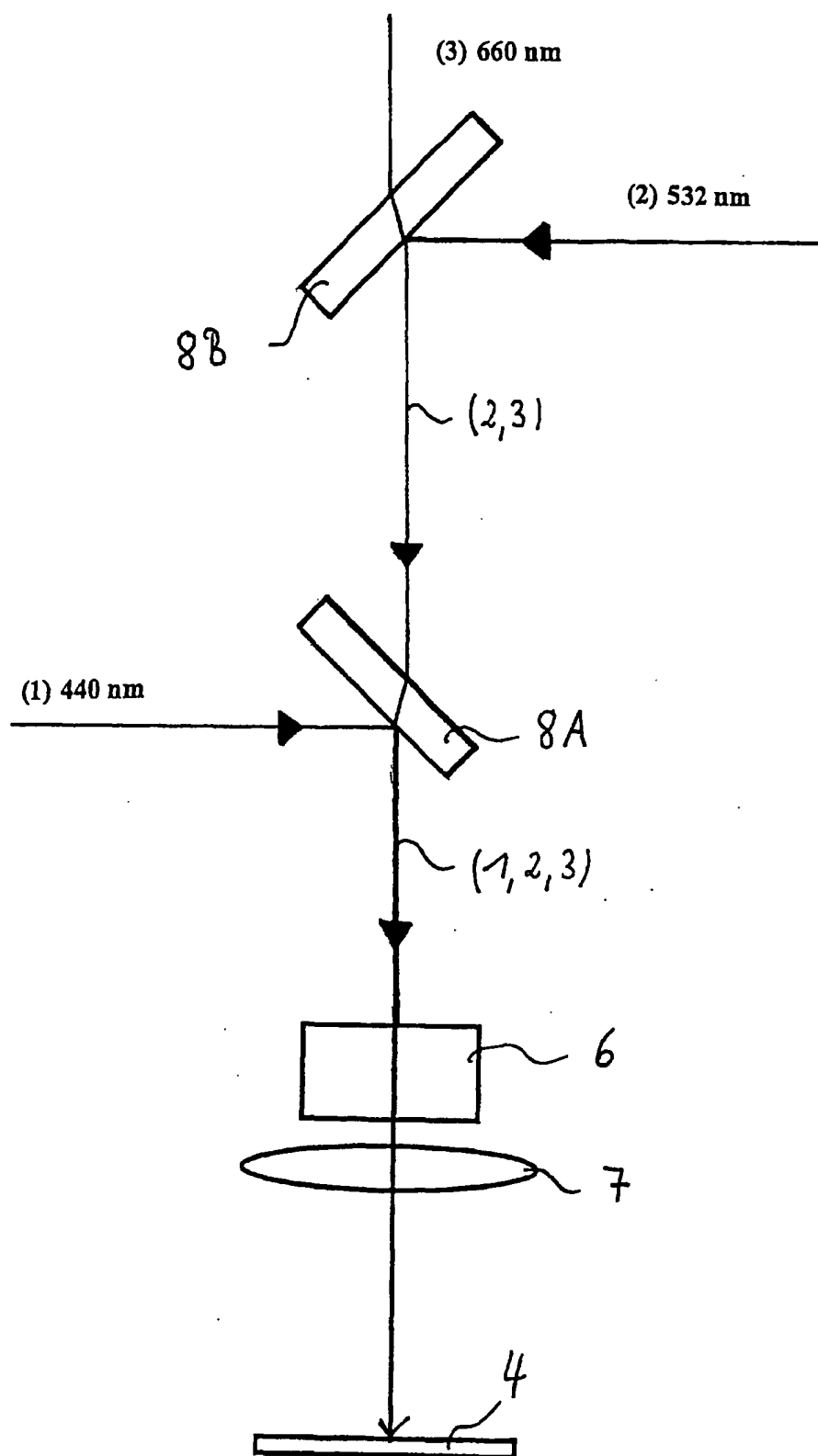
Figur 6



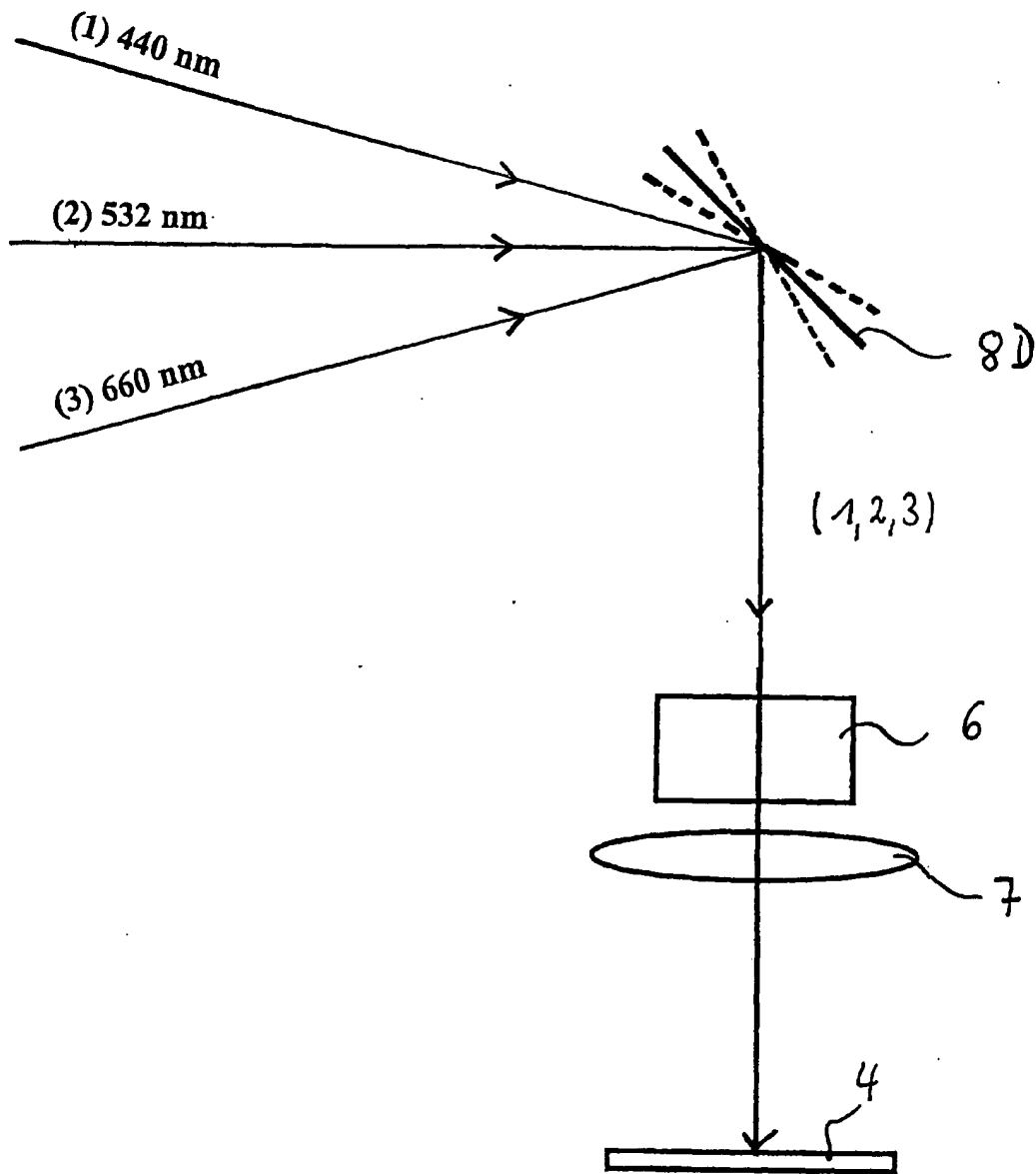
Figur 7



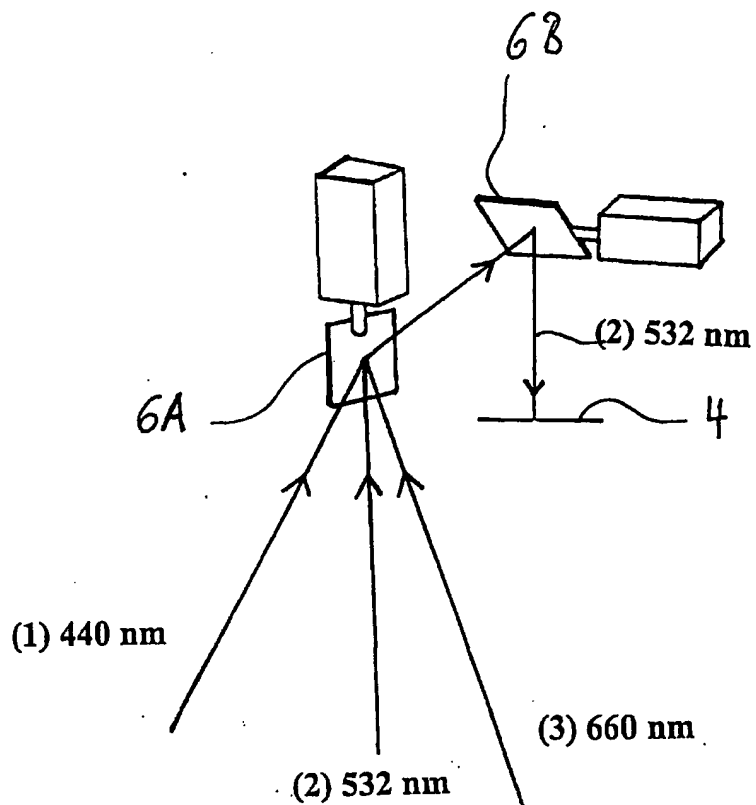
Figur 8



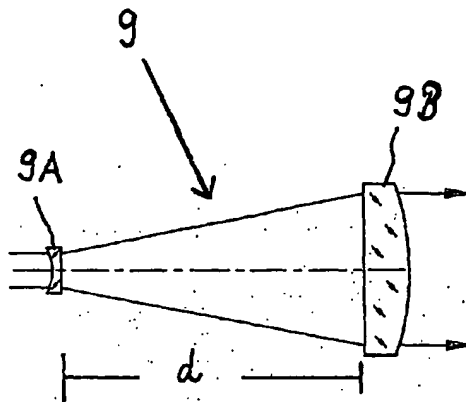
Figur 9



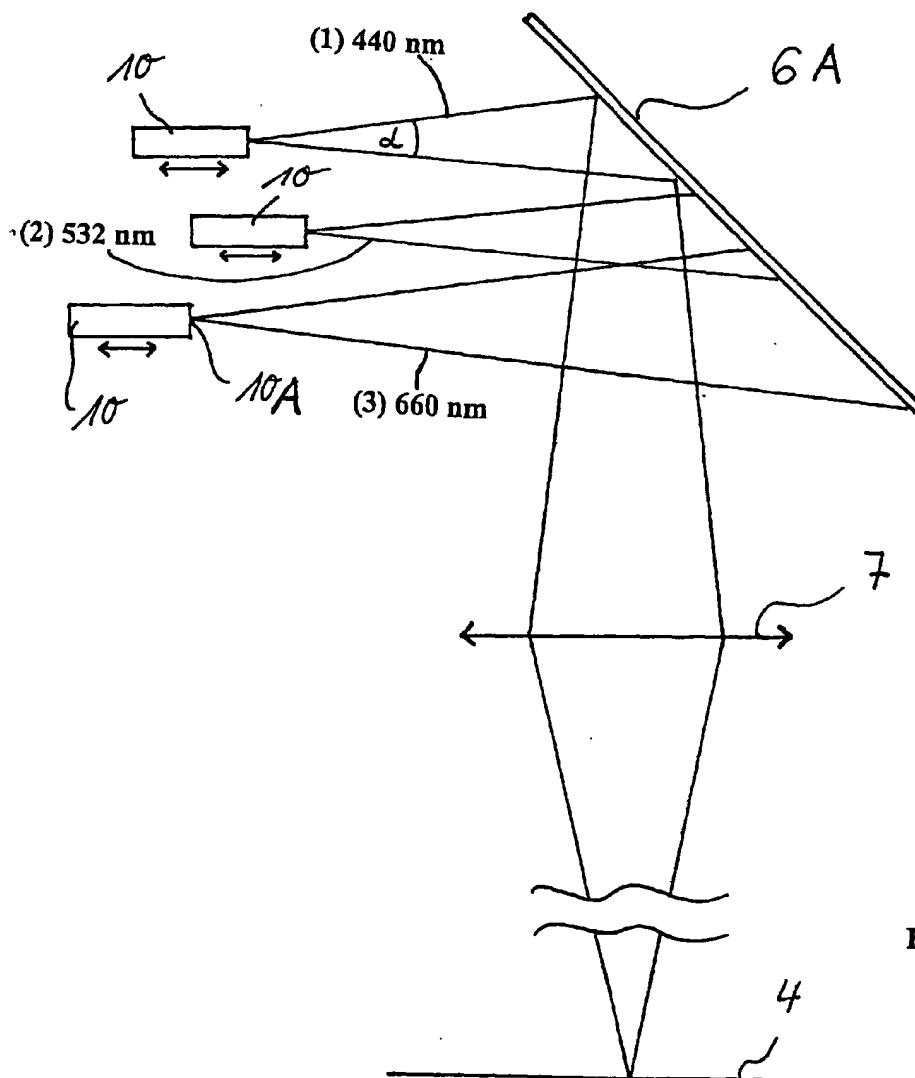
Figur 10



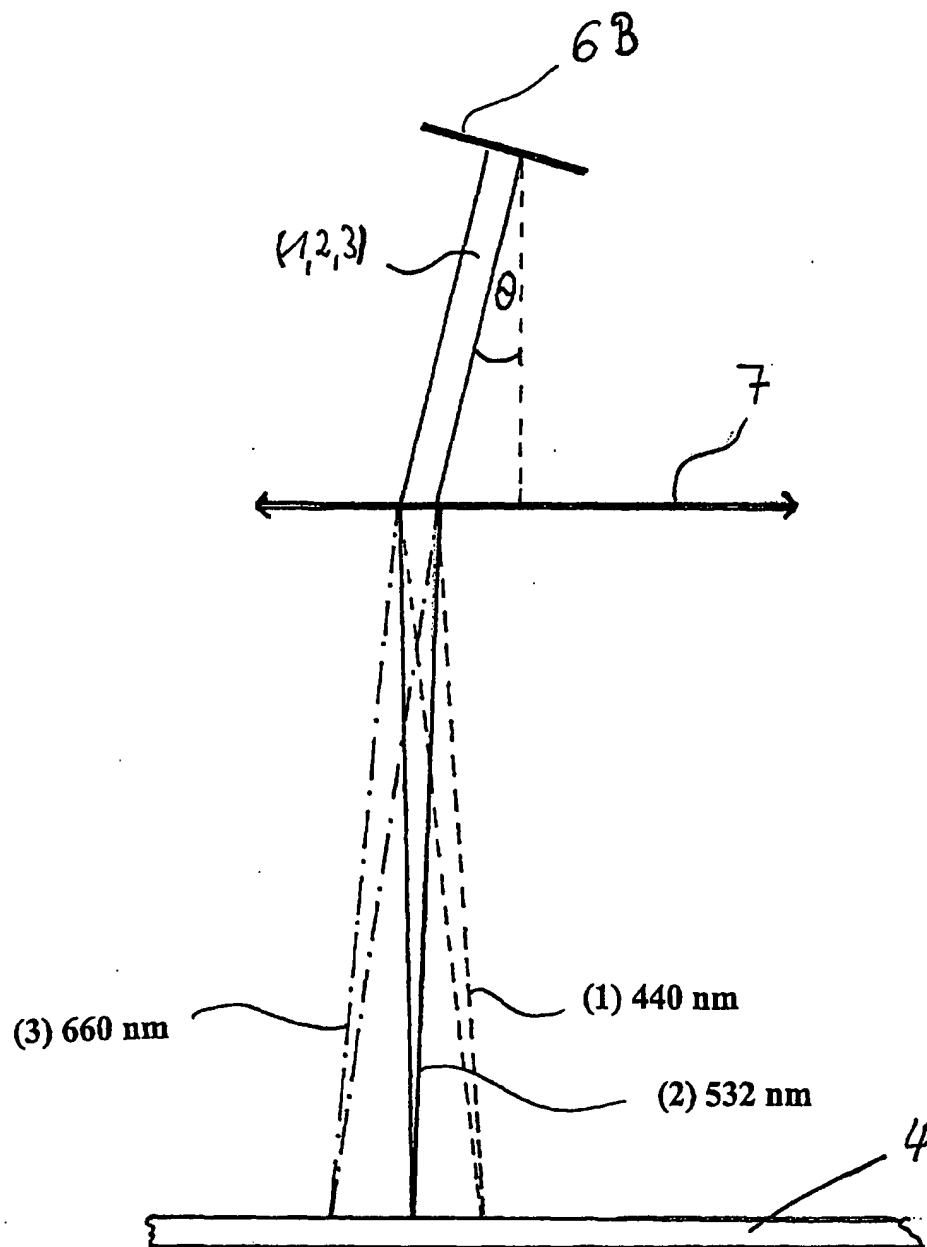
Figur 11



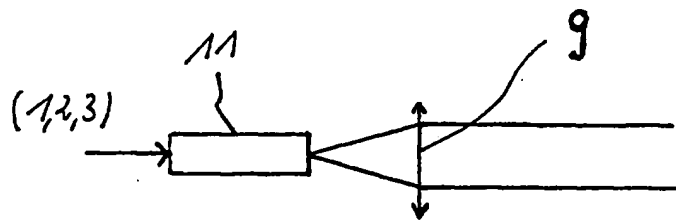
Figur 12



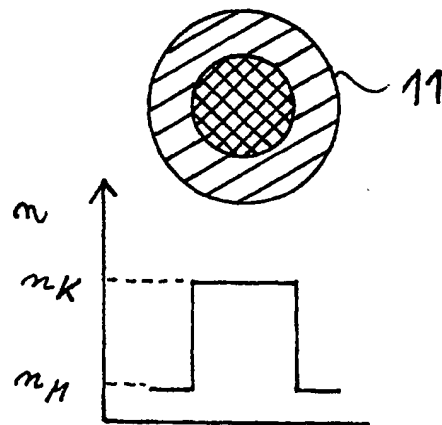
Figur 13



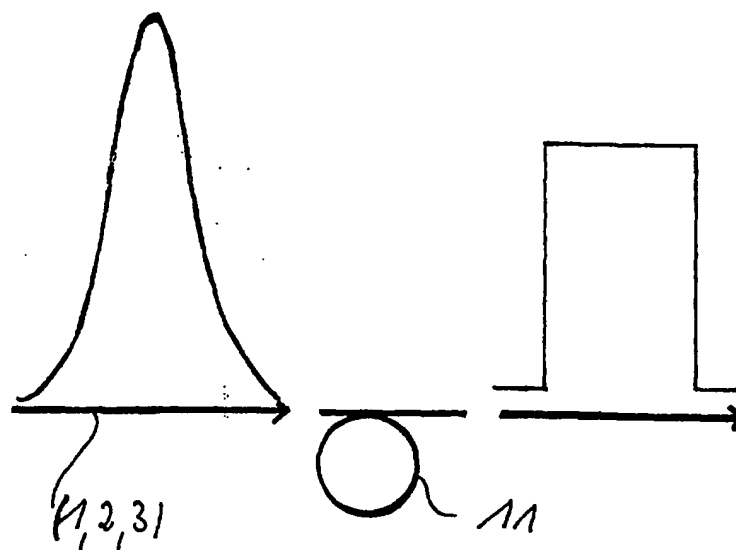
Figur 14



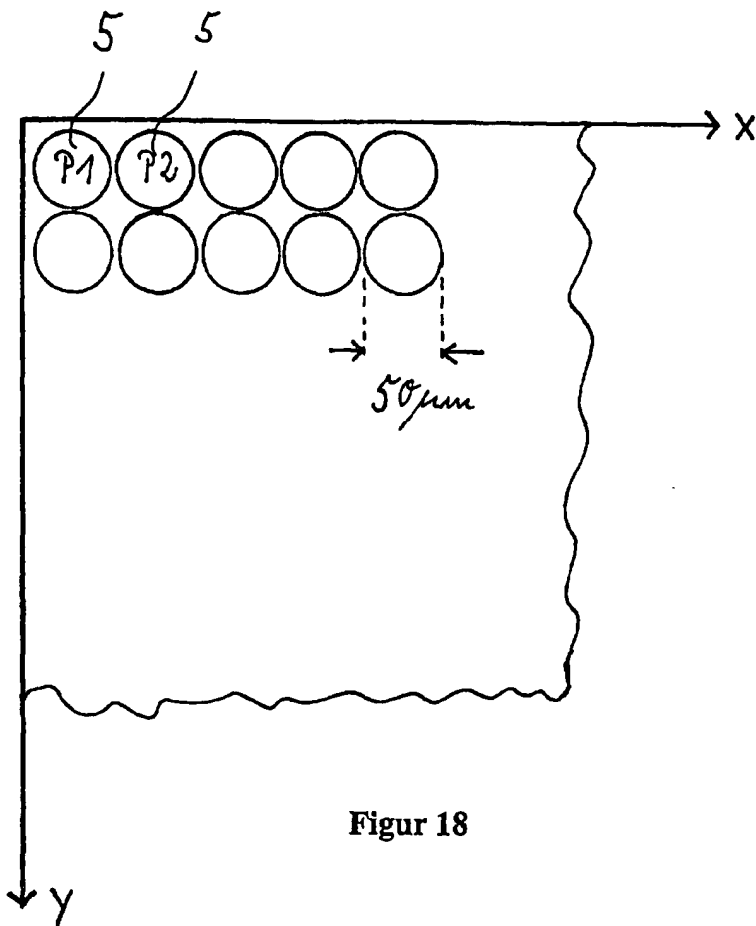
Figur 15



Figur 16



Figur 17



Figur 18

P1	$(X_1 + \Delta X_1^{(1)} / y_1 + \Delta y_1^{(1)} / I_1^{(1)}); (X_1 + \Delta X_1^{(2)} / y_1 + \Delta y_1^{(2)} / I_1^{(2)}); (X_1 + \Delta X_1^{(3)} / y_1 + \Delta y_1^{(3)} / I_1^{(3)})$
P2	$(X_2 + \Delta X_2^{(1)} / y_2 + \Delta y_2^{(1)} / I_2^{(1)}); (X_2 + \Delta X_2^{(2)} / y_2 + \Delta y_2^{(2)} / I_2^{(2)}); (X_2 + \Delta X_2^{(3)} / y_2 + \Delta y_2^{(3)} / I_2^{(3)})$
....	
.....	

Figur 19